

EFEKTIFITAS JALUR HIJAU DALAM MENGURANGI POLUSI UDARA OLEH KENDARAAN BERMOTOR

Luqmanul Hakim¹, Priambudi Trie Putra², Azka Lathifa Zahratu³

¹Jurusan Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta

^{2,3}Jurusan Arsitektur Lansekap Institut Teknologi Bogor

Hkeem_mn@yahoo.com, Priambudi88@yahoo.co.id, azkalathifa@yahoo.co.id

ABSTRAK. Ameliorasi iklim adalah salah satu manfaat yang diberikan alam khususnya tumbuhan terhadap lingkungan hidup, dengan cara meningkatkan kualitas lingkungan untuk menjamin tersedianya lingkungan yang sehat. Salah satunya adalah dengan menyediakan oksigen (O₂) untuk kebutuhan pernafasan dan meminimalisir gas buang kendaraan bermotor yang beracun seperti gas carbon monooksida (CO) dan debu timbal (Pb). Kedua zat beracun ini sangat berbahaya bagi kesehatan manusia, khususnya yang berada disekitar jalan raya dan sekitar kawasan industri.

Green belt adalah salah satu desain penghijauan yang fungsi utamanya adalah untuk mengurangi debu pencemaran ini. Yang diuji dalam penelitian ini adalah efektifitas desain *green belt* di sisi jalan raya dalam menangkap atau menyerap partikel (debu) polusi yang ditimbulkan oleh kendaraan bermotor. Fakta dalam percobaan yang dilakukan menunjukkan, bahwa bentuk struktur tajuk dan luas penampang daun sangat menentukan efektifitas dari penyerapan debu polusi. Daun yang mempunyai permukaan yang lebih luas dan mempunyai permukaan yang kasar, mempunyai nilai efektifitas yang tinggi. Begitu juga dengan pohon yang bertajuk rapat dan lebat akan sangat efektif dalam menyerap debu polusi atau polutan. Dalam hal ini, untuk desain *green belt*, diperlukan beberapa pertimbangan untuk efektifitas dalam mengurangi polusi udara. Yaitu pemilihan jenis vegetasi yang mempunyai daun yang lebar dan kasar serta pemilihan jenis struktur tajuk pohon yang disesuaikan dengan lokasi *green belt* tetapi dipilih yang rimbun dan lebat.

Kata kunci: Ameliorasi iklim, vegetasi, penyerapan dan polusi

ABSTRACT. Climate amelioration is one of the many benefit from that nature, particularly plant that, provides to the environment, by enhancing quality of environment and guaranting the provision of healthy environment. For example is by providing oxygen (O₂) for respiration and minimalizing toxic gas such as carbon monoxide (CO) and lead dust (Pb) emitted by vehicle. Both mentioned are toxic substances which highly dangerous for human health, especially for those residing around streets and industrial areas.

Green belt is a greening design having main function to reduce pollution dust. This research tested the effectiveness of green belt on side roads in catching or absorbing pollution dust or particles emitted by vehicles. Facts from this research showed that the shape of canopy structure and leaves' cross sectional area highly determine the effectiveness of pollution dust absorpsion. Leaves with wider surface area and rough texture have high effectiveness. Trees having dense canopy and bushy are very effective in absorpsion of pollution dust. In this case, to design a green belt will required a few considerations that are affecting effectiveness in reducing air polution. Namely, selection of vegetation that has wide and rough leaves and type selection of tree canopy structure that is dense and bushy and suitable to green belt location.

Keywords : climate amelioration, vegetation, absorpsion and pollution

PENDAHULUAN

Salah satu fungsi vegetasi dalam Arsitektur lanskap adalah meningkatkan kualitas lingkungan (*ameliorasi*) untuk menjamin tersedianya lingkungan yang sehat. Di kota-kota besar, bertambahnya kendaraan bermotor merupakan masalah tersendiri yang cukup rumit dan memberi dampak negatif terhadap lingkungan, berupa gas buang dari knalpot

serta bunyi yang ditimbulkan. Gangguan menimbulkan pencemaran pada udara atau polusi udara yang tentunya akan mengganggu keseimbangan alam khususnya manusia, terutama yang berada disekitar sumber polusi tersebut, akan menyebabkan gangguan fisik yang berupa kesehatan. Polusi udara umumnya adalah terutama disebabkan oleh kendaraan bermotor dan industri. Salah satu

jenis polusi yang perlu ditangani secara khusus terutama di kota-kota besar.

Vegetasi alami atau vegetasi yang direncanakan dalam bentuk *green belt* di sekitar sumber polusi udara dapat mengurangi bahkan menghilangkan dampak negatif sumber-sumber polusi udara terhadap masyarakat di sekitar sumber-sumber polutan. Efektivitas vegetasi dalam mengurangi polusi udara ditentukan oleh jenis tanaman dan struktur *green belt* yang ditempatkan di sekitar sumber. Bentuk daun, dan struktur mikro permukaan daun sangat menentukan kemampuan daun dalam mengurangi polusi udara. Demikian pula struktur yang ditunjukkan oleh tata letak dan kombinasi pohon, semak dalam *green belt* juga sangat menentukan efektivitas pengurangan polutan oleh vegetasi.

Mekanisme penjerapan polutan oleh vegetasi, merupakan cara yang paling efektif selain penyerapan, dan pengarah oleh angin, sehingga struktur mikro daun, kerimbunan tajuk, dan jumlah baris pohon menentukan efektivitas *green belt* dalam mengurangi polutan tersebut.

Permasalahan yang akan dikaji dalam penelitian ini mencakup hal-hal ;

1. Manfaat Jalur Hijau (*Green Belt*) dalam mengurangi polusi udara kendaraan bermotor.
2. Efektivitas Jalur Hijau (*Green Belt*) dalam menyerap polutan kendaraan bermotor di udara.

Dalam penelitian ini ada tiga tujuan yang ingin dicapai, yaitu :

1. Mendapatkan gambaran tentang **kapasitas dan efektivitas jalur hijau** (vegetasi *green belt*) jalan dalam mengurangi polusi udara.
2. Memberikan gambaran tentang **pengaruh penataan** tanaman (vegetasi *green belt*) jalan dalam mengurangi polusi udara.
3. Memberikan bukti dan rekomendasi pemilihan dan penataan tanaman (vegetasi *green belt*) jalan dalam mengurangi polusi udara.

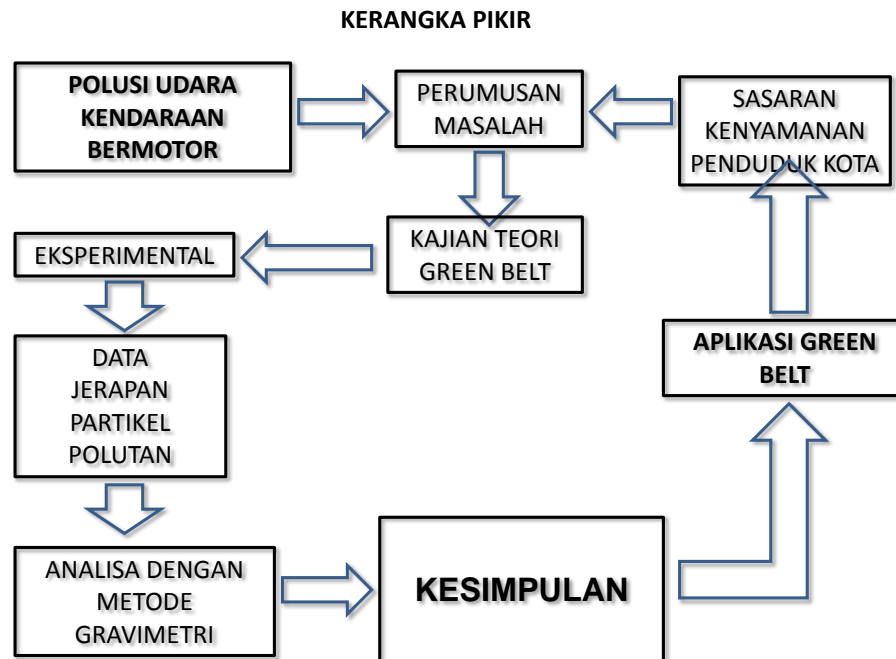
Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini, diharapkan mampu memberikan bukti pentingnya vegetasi di sekitar jalan raya sebagai *green belt* dan menjadi solusi terhadap beberapa permasalahan kota-kota di Indonesia, yang diantaranya adalah:

- 1) Meningkatkan angka kualitas udara di kota,
- 2) Meningkatkan angka kesejahteraan dan kenyamanan penduduk kota,
- 3) Memberi masukan dalam perencanaan jalur hijau di sekitar area yang mempunyai potensi polusi udara.

Ruang Lingkup

Lingkup penelitian ini dibatasi pada pembuktian beberapa jenis pohon yang berada di sekitar jalan raya Darmaga yaitu jalur hijau yang berada di sekitar kampus IPB Bogor dalam menyerap atau menangkap material polutan di udara yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor, dengan eksperimen yang akan dilakukan di laboratorium. Adapun kerangka berfikir dalam penelitian ini bisa dijelaskan dengan bagan kerangka pikir pada gambar 1.



Gambar 1. Kerangka Berfikir

TINJAUAN PUSTAKA

Pengertian Polutan

Polutan adalah zat atau bahan yang dapat mengakibatkan pencemaran terhadap lingkungan baik (pencemaran udara, tanah, air, dsb). Polusi atau pencemaran lingkungan adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat energi, dan atau komponen lain ke dalam lingkungan, atau berubahnya tatanan lingkungan oleh kegiatan manusia atau oleh proses alam sehingga kualitas lingkungan turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan lingkungan menjadi kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya.

Syarat-syarat suatu zat disebut polutan bila keberadaannya dapat menyebabkan kerugian terhadap makhluk hidup. Contohnya, karbon dioksida dengan kadar 0,033% di udara berfaedah bagi tumbuhan, tetapi bila lebih tinggi dari 0,033% dapat memberikan efek merusak. Suatu zat dapat disebut polutan apabila: 1) jumlahnya melebihi jumlah normal; 2) berada pada waktu yang tidak tepat; 3) berada pada tempat yang tidak tepat. Sifat dari polutan adalah: 1) merusak untuk sementara, tetapi bila telah bereaksi dengan zat lingkungan tidak merusak lagi; 2) merusak dalam jangka waktu lama. Contohnya Pb tidak merusak bila konsentrasinya rendah. Akan

tetapi dalam jangka waktu yang lama, Pb dapat terakumulasi dalam tubuh sampai tingkat yang merusak. (<http://www.g-excess.com/27507/pengertian-dan-sifat-dari-polutan/>) [1]

Sumber Pencemar Udara

Fardiaz (1992) menyatakan bahwa sumber pencemaran udara yang utama berasal dari transportasi terutama kendaraan bermotor yang menggunakan bahan bakar yang mengandung bahan pencemar, 60% dari bahan pencemar yang dihasilkan terdiri dari karbon monoksida dan sekitar 15% terdiri dari hidrokarbon. [2] Sumber-sumber pencemaran lainnya berasal dari pembakaran, proses industri, pembuangan limbah dan lain-lain. Pencemaran udara di Indonesia, terutama di kota-kota besar, disebabkan gas buang kendaraan bermotor (60-70%); industri (10-15%); dan sisanya berasal dari rumah tangga, pembakaran sampah, kebakaran hutan atau ladang, dan lain-lain (Kusnopranto, 1996). [3]

Bahan atau zat pencemaran udara dapat berbentuk gas dan partikel. Pencemaran udara berbentuk gas dapat dibedakan menjadi: (a) golongan belerang terdiri dari sulfur dioksida (SO_2), hidrogen sulfida (H_2S) dan sulfat aerosol; (b) golongan nitrogen terdiri dari nitrogen oksida (N_2O), nitrogen monoksida

(NO), amoniak (NH₃) dan nitrogen dioksida (NO₂); (c) golongan karbon terdiri dari karbon dioksida (CO₂), karbon monoksida (CO), hidrokarbon; dan (d) golongan gas yang berbahaya terdiri dari benzen, vinyl klorida, air raksa uap. Sedangkan pencemaran udara berbentuk partikel dibedakan menjadi: (a) mineral (anorganik) dapat berupa racun seperti air raksa dan timah, (b) Bahan organik terdiri dari ikatan hidrokarbon, klorinasi alkan, benzen dan (c) makhluk hidup terdiri dari bakteri, virus, telur cacing (Kastiyowati, 2001). [4]

Komponen pencemaran udara yang bersumber dari kegiatan transportasi di Indonesia yang paling banyak berpengaruh sebagai pencemar udara adalah karbon monoksida (CO) sebesar 70,50%, nitrogen oksida (NO_x) sebesar 8,89%, sulfur oksida

(SO_x) sebesar 0,88%, Hidrokarbon (HC) sebesar 18,34%, dan partikel sebesar 1,33% (Nugrahani, 2005).[5]

METODE PENELITIAN

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan di jalan Raya Darmaga sekitar kampus IPB Kota Bogor, Jawa Barat (Gambar 2), dengan mengambil sampel daun pohon yang ada di kampus IPB sekitar jalan Raya darmaga. Sedangkan waktu pengambilan sampel dilakukan dua kali yaitu, pada jam 08.00 wib dan jam 17.00 wib. Pada jam-jam tersebut frekwensi kendaraan sangat tinggi, karena pada jam tersebut merupakan puncak dari kegiatan pengguna jalan raya yang pergi dan pulang dari aktivitas bekerja sehari-hari.



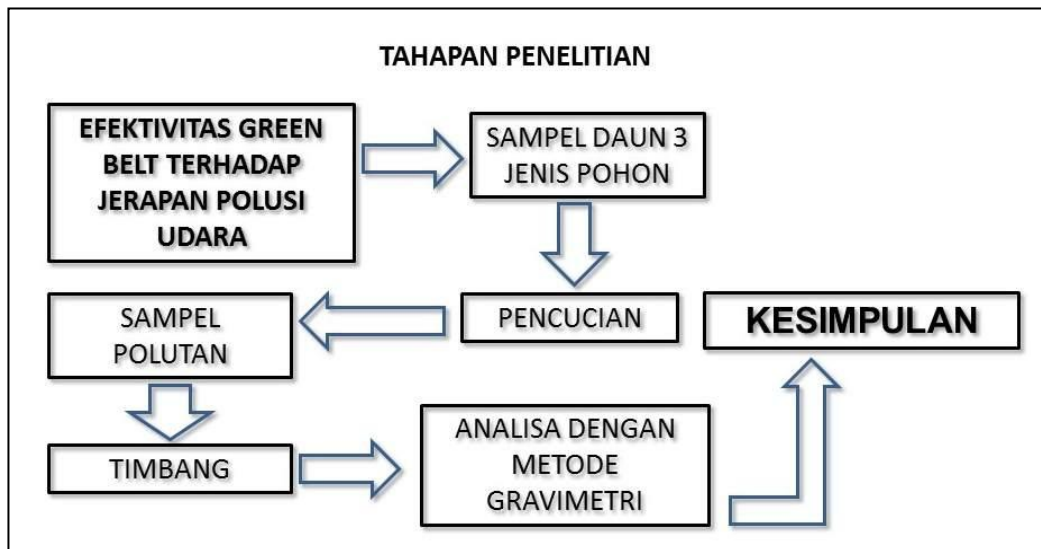
Gambar 2. Lokasi Penelitian

Alat, Bahan, dan Data

Alat yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah alat-alat yang banyak berhubungan dengan laboratorium percobaan (Tabel 1) dan (Gambar 3), *software* pengolah angka untuk mengkalkulasikan hasil yang diperoleh *excel* 2013, *software* untuk menggambar *Auto-Cad R2007*, *software* pengolah *image photoshop* dan peralatan penunjang lain seperti kamera dan alat tulis. Bahan yang digunakan antara lain berupa sampel daun dari pepohonan jalur hijau sekitar jalan raya Darmaga.

Tabel 1 Daftar alat dan bahan

No.	Jenis Alat/bahan	Jumlah	Stn.	Sum ber	Ket.
1	Gelas beker 150ml	6	bh	Beli	
2	Kuas	3	bh	Beli	
3	Aquades	2	litr.	Beli	
4	Oven (Chamber)	1	bh	Sewa	Lab
5	Timbangan digital	1	bh	Sewa	Lab
6	Pemangkas daun	1	bh	Beli	
7	Meteran	1	bh	Beli	
8	Komputer	1	Bh	Sewa	



Gambar 3. Skema Tahap Penelitian



Gambar 4. Peralatan dan bahan yang digunakan dalam metode gravimeri

Dalam penelitian ini, metode yang digunakan adalah pembuktian dengan eksperimen atau percobaan. Percobaan dilakukan pada jam padat lalu lintas dengan mengambil sampel daun secara acak yang ada di jalur hijau sekitar jalan raya Darmaga dengan luas 20 x 100 m dan jarak antara pohon adalah 6 x 6m. Sampel daun yang diambil adalah dari pohon yang tingginya sekitar 3m dari atas tanah. Pada ketinggian ini diharapkan terjadi penyerapan yang maksimal.

Sampel daun kemudian diproses di laboratorium untuk mengetahui seberapa banyak polutan yang terjerap oleh daun per satuan luas daun dengan metode gravimetri. Daun harus dicuci dengan air aquades untuk melarutkan polutan agar berat polutan tetap dan tidak berubah karena reaksi kimia. Secara sistematis tahapan penelitian bisa dilihat pada skema.

Metode Gravimetri Jerapan Partikel

Metode gravimetri merupakan metode yang digunakan untuk menghitung kapasitas daun menyerap debu sehingga pada akhirnya akan diperoleh jumlah populasi pohon yang akan ditanam pada suatu kawasan (Irianti, 2010). Alat yang digunakan dalam pelaksanaan ini adalah: 1) 6 buah gelas beker ukuran 150 ml; 2) kuas; 3) oven; 4) timbangan; 5) air akuades. Bahan yang digunakan adalah sampel daun dari 3 spesies pohon sebanyak 20 gram. Langkah pelaksanaannya adalah: 1) Dengan mengambil sampling daun 3 spesies pohon dewasa yang posisinya 3 m di atas tanah yang menghadap jalan dengan berat sekitar 20 gram.

- 1) Menimbang gelas beker, untuk mengetahui berat awal.
- 2) Menimbang 10 g daun, untuk mengetahui berat awal daun yang terkena polutan.

- 3) Mencuci daun dalam gelas beker menggunakan akuades, dengan tujuan agar polutan yang terjerap oleh permukaan daun larut ke dalam air didalam gelas beker yang tersedia.
- 4) Menguapkan air dalam gelas beker di dalam oven 2 x 24 jam. Lakukan untuk 2 sampel percobaan. Langkah ini untuk

menghilangkan kadar air dalam gelas beker, dan diharapkan akan tersisa polutan dengan berat kering. Ukur luas daun yang telah dicuci dengan metode gravimetri, kemudian dilanjutkan dengan menghitung kapasitas daun menyerap debu:

$$\text{Kapasitas daun menyerap debu} = \frac{(\text{berat beaker+debu}) - (\text{berat beaker awal}) \cdot \text{mg}}{\text{Luas daun (cm}^2\text{)}}$$

Tiga jenis tanaman sampel yang digunakan dalam praktikum adalah: 1) rasamala (*Althingia excelsa*); 2) pohon X_1 ; dan 3) pohon X_2 . Selanjutnya, S_1 merupakan kode untuk pohon rasamala, S_2 untuk pohon X_1 , dan S_3 untuk pohon X_2 .



Gambar 5. Vegetasi-vegetasi yang digunakan dalam percobaan



Gambar 6. Ilustrasi metode gravimetri

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengamatan

Tahapan Proses Metode Gravimetri

Kapasitas jerapan oleh daun sampel yang sudah dicuci dan dikeringkan di dalam *chamber*, ditimbang dengan rumus Kapasitas Jerapan :

$$\text{Debu yang tertahan (Polutan)} = (\text{Berat beker + debu}) - \text{Berat beker awal}$$

Dengan rumus ini akan dihasilkan berat debu yang dijerap oleh permukaan daun (Tabel 2). Selanjutnya adalah dengan mengukur luas daun sampel dengan metode gravimetric untuk

mengetahui kapasitas jerapan debu polusi per satuan luas daun pada sampel. Untuk mencari luas permukaan daun, digunakan rumus :

$$\text{Luas daun (cm}^2\text{)} = \frac{\text{berat daun (mg)}}{\text{berat daun (1x1 cm)}}$$

Maka dihasilkan data luas daun pada masing-masing sampel (Tabel 3), yang merupakan komponen perhitungan dalam rumus kapasitas jerapan debu polutan oleh kendaraan bermotor.

Tabel 2 Berat beker awal dan akhir, serta polutan

Kode Daun	Ulangan	Berat beker Awal (mg)	Berat Beker Akhir (mg)	Polutan (mg)
S ₁	1	76.306	186.532	110.226
S ₁	2	114.335	195.382	81.047
	Rata-rata	95.6365		
S ₂	1	108.486	181.045	72.559
S ₂	2	123.05	204.524	81.474
	Rata-rata	77.0165		
S ₃	1	62.161	139.91	77.749
S ₃	2	122.692	172.244	49.552
	Rata-rata	63.6505		

Tabel 3 Luas masing-masing jenis daun

Kode Daun	Ulangan	Berat daun (g)	Berat daun 1cm x1 cm	Luas Daun (cm ²)
S ₁	1	20.437	0.013	1572.076923
	2	20.001	0.016	1250.0625
S ₂	1	22.3	0.018	1238.888889
	2	20.321	0.019	1069.526316
S ₃	1	20.256	0.015	1350.4
	2	20.364	0.020	1018.2

Berdasarkan data pada tabel 2 dan tabel 3, maka dilakukan perhitungan kapasitas jerapan dengan rumus:

$$\text{Kapasitas jerapan (mg/cm}^2\text{)} = \frac{\text{polutan (mg)}}{\text{luas daun (cm}^2\text{)}}$$

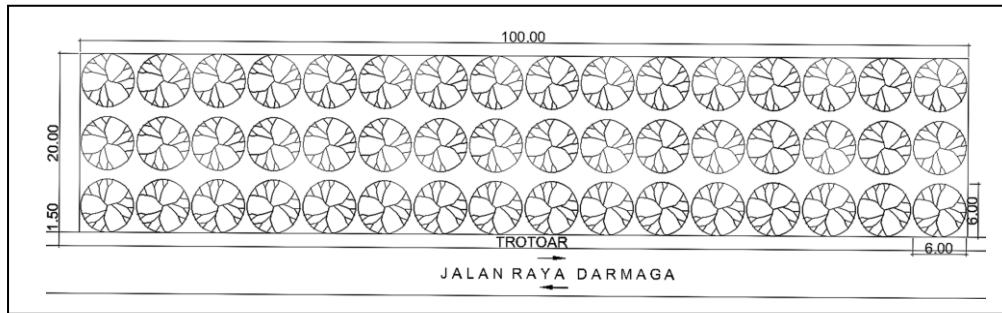
Dengan rumus tersebut, maka dihasilkan data kapasitas jerapan (Tabel 4) dari sampel S₁, S₂ dan S₃

Green belt dalam percobaan ini diasumsikan memiliki luas 100 x 20 meter, diukur dari batas trotoar sejauh 20 meter ke arah dalam arboretum dan memiliki panjang 100 meter. Asumsi diameter tajuk pohon adalah 6 meter dan jarak tanamnya rata rata 6 x 6 meter. Jumlah pohon dibandingkan dengan panjang dan lebar green belt sehingga jumlah pohon yang didapat sebanyak 16 x 3 pohon. Dengan demikian, populasi pohon di dalam green belt adalah 48 pohon.

Dari kapasitas jerapan masing-masing jenis daun, dilanjutkan dengan menghitung kapasitas jerapan dari *green belt* (Tabel 5).

Tabel 4. Kapasitas jerapan masing-masing jenis daun

Kode Daun	Ulangan	Polutan	Luas Daun	Kapasitas jerapan
S ₁	1	110.226	1572.077	0.07011489
	2	81.047	1250.063	0.06483433
S ₂	1	72.559	1238.889	0.0585678
	2	81.474	1069.526	0.07617767
S ₃	1	77.749	1350.400	0.05757479
	2	49.552	1018.200	0.04866627



Gambar 7. Ilustrasi Green Belt 100x20 meter

Tabel 5. Kapasitas jerapan green belt

Kode Daun	Ulangan	Kapasitas Jerapan	Jerapan/pohon (mg)	Kapasitas jerapan Green Belt (mg)	Kapasitas jerapan Green Belt (g)
S₁	1	2.642	2.642	5541.499	5.541
	2	2.443	2.443	5124.155	5.124
S₂	1	2.207	2.207	4628.88	4.628
	2	2.87	2.87	6020.666	6.021
S₃	1	2.169	2.169	4550.398	4.55
	2	1.884	1.834	3846.317	3.846

Langkah selanjutnya yaitu menghitung kendaraan yang lewat di Jalan Raya Darmaga selama 15 menit dengan cara merekam. Aspek yang diperhatikan saat melakukan pengamatan ini adalah jenis kendaraan yang menggunakan bahan bakar solar dan bensin. Hal ini akan mempengaruhi besar emisi yang dihasilkan karena bahan bakar solar dan

bensin memiliki emisi partikel yang berbeda. Dari hasil pengamatan didapatkan jumlah kendaraan yang melalui Jalan Raya Darmaga adalah 109 kendaraan menggunakan bahan bakar solar dan 218 kendaraan menggunakan bahan bakar bensin. Total volume kendaraan adalah 327 kendaraan.

Konversi 1 kendaraan/ km

- Emisi kendaraan bensin = Volume kendaraan (bensin) $\times \frac{100}{1000} \times 0.22$ g/ km/ kendaraan
- Emisi kendaraan diesel = Volume kendaraan (diesel) $\times \frac{100}{1000} \times 1.28$ g/ km/ kendaraan

Setelah dilakukan perhitungan didapatkan jumlah sebagai berikut:

$$\text{Emisi} = \text{Volume kendaraan (bensin)} \times \frac{\text{emisi partikel}}{1 \text{ kendaraan bensin}} + \text{Volume kendaraan (diesel)} \times \frac{\text{emisi partikel}}{1 \text{ kendaraan diesel}}$$

Tabel 6. Emisi kendaraan tiap bahan bakar

Jenis kendaraan	Emisi (g/km/kendaraan)
Solar	4.796
Bensin	13.952
Total	18.748

$$\text{Efektivitas Jalur Hijau (\%)} = \frac{\text{Jerapan vegetasi } 20 \times 100 \text{ m}}{\text{Total emisi}} \times 100\%$$

Setelah hasil perhitungan didapat:

Tabel 7. Hasil perhitungan efektivitas jalur hijau (S)

Kode Daun	Ulangan	Efektivitas Jalur Hijau (%)
S ₁	1	29.558
	2	27.332
S ₂	1	24.699
	2	32.113
S ₃	1	24.271
	2	20.516

Dari hasil perhitungan daun S₁ mempunyai angka efektivitas rata-rata 28,445 %, S₂ 28,906 % dan S₃ 22,3935 %. Dengan demikian didapat bahwa daun S₁ dan S₂ memiliki efektivitas jalur hijau yang cukup tinggi jika dibandingkan dengan daun S₃. Berdasarkan data tersebut diatas, hal ini disebabkan tipe daun S₁ dan S₂ lebih lebar dibandingkan dengan daun S₃, sehingga jerapan polutan yang dihasilkan lebih banyak dari daun S₃ yang luas permukaan daunnya lebih sempit.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Dalam penelitian serupa yang dilakukan oleh Irianti (2010) pada kawasan industri di Karawang, didapat kesimpulan bahwa pohon-pohon dengan daun yang besar dan permukaan kasar, berstruktur masif, dan

penutupan tajuk yang relatif luas dan rapat, paling efektif untuk mengurangi penyebaran debu di dalam dan sekitar kawasan. Pada penelitian yang dilakukan di Arboretum Lanskap IPB, maka didapat hasil yang sama. Pohon yang mempunyai daun yang lebar S₁ dan S₂ mempunyai efektivitas yang tinggi dalam mengurangi debu polutan yang ditimbulkan oleh kendaraan bermotor.

Saran

Dari fakta-fakta tersebut, maka untuk green belt atau penghijauan sekitar area yang menghasilkan banyak polusi udara seperti jalan dan sekitar pabrik, dapat ditanam tanaman (pohon) yang memiliki kriteria tersebut, sehingga polutan yang ditimbulkan khususnya kendaraan bermotor dapat dikurangi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anonim. (2012). Pengertian dan Sifat dari polutan. <http://www.g-excess.com/27507/pengertian-dan-sifat-dari-polutan/>
- [2] Fardiaz, S. (1992). Polusi Air dan Udara. Yogyakarta: Kanisius.
- [3] Kusnopranto, H. (1996). Dampak Pencemaran Udara dan Air terhadap Kesehatan dan Lingkungan. Jurnal Lingkungan dan Pembangunan. 16: 3: 210-224.
- [4] Kastiyowati, I. (2001). Dampak dan Upaya Penanggulangan Pencemaran Udara. STT No. 2289 Volume VI No. 7 Desember 2001. <http://balitbang.dephan.go.id>. [14 November 2006].
- [5] Nugrahani, P. (2005). Faktor Fisiologis Tanaman yang Menentukan Serapan Polutan Gas NO₂ dan Nilai Visual Jalur Hijau Jalan Kota Surabaya. Tesis Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

